



**Ernane Rosa Martins
(Organizador)**

FUNDAMENTOS DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Atena
Editora

Ano 2019

Ernane Rosa Martins

(Organizador)

Fundamentos da Ciência da Computação

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|--|
| F981 | Fundamentos da ciência da computação / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-157-2 DOI 10.22533/at.ed.572190703 1. Computação. I. Martins, Ernane Rosa. CDD 004 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Ciência da Computação estuda as técnicas, metodologias e instrumentos computacionais, visando automatizar os processos e desenvolver soluções com o uso de processamento de dados. Este livro, possibilita conhecer os elementos básicos desta ciência por meio do contato com alguns dos conceitos fundamentais desta área, apresentados nos resultados relevantes dos trabalhos presentes nesta obra, realizados por autores das mais diversas instituições do Brasil.

Assim, são abordando neste livro assuntos importantes, tais como: desenvolvimento de sistema mobile utilizando as plataformas iOS e Android; desenvolvimento de protótipo que trabalha em cenário real de sala de aula e na comparação de algoritmos usados no reconhecimento facial; criação do jogo que explora a criptografia em um ambiente de computação desplugada; construção de simulador que mostra especificamente o comportamento do escalonador First-in First; apresentação de abordagem para orquestração do conhecimento curricular em Ciência da Computação baseado nas matérias do currículo referência para a Ciência da Computação e em estruturas curriculares de cursos de graduação.

Espero que este livro seja útil tanto para os alunos dos cursos superiores de Ciência da Computação quanto para profissionais que atuam nesta importante área do conhecimento. O principal objetivo deste livro é ajudar na fascinante empreitada de compreender a computação perante os mais diferentes desafios do século XXI. Desejo a todos uma excelente leitura e que esta obra contribua fortemente com o seu aprendizado.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| AGENDA DO BEBÊ MODELAGEM E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA MOBILE PARA AUXILIAR PAIS | |
| <i>Lucilhe Barbosa Freitas Loureiro</i> | |
| <i>Samuel da Cruz Santana</i> | |
| <i>José Irahe Kasprzykowski Gonçalves</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.5721907031 | |
| CAPÍTULO 2 | 19 |
| AGILE PROJECT-BASED LEARNING TO COPE WITH THE COMPUTER PROGRAMMING EDUCATION AT BRAZILIAN HIGHER EDUCATION: A RESEARCH PROPOSAL | |
| <i>Alexandre Grotta</i> | |
| <i>Edmir Parada Vasques Prado</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.5721907032 | |
| CAPÍTULO 3 | 29 |
| BIOMETRIA FACIAL PARA AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS EM UM AMBIENTE EDUCACIONAL: AVALIAÇÃO DO CASO DE SALA DE AULA NAS UNIVERSIDADES | |
| <i>Rodrigo C. Menescal</i> | |
| <i>Alexandre M. Melo</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.5721907033 | |
| CAPÍTULO 4 | 40 |
| CONSTRUÇÕES IDENTITÁRIAS DAS MULHERES NA COMPUTAÇÃO. IMAGENS, APROXIMAÇÕES E DISTÂNCIAS | |
| <i>Pricila Castelini</i> | |
| <i>Marília Abrahão Amaral</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.5721907034 | |
| CAPÍTULO 5 | 50 |
| CRIPTOLAB UM GAME BASEADO EM COMPUTAÇÃO DESPLUGADA E CRIPTOGRAFIA | |
| <i>Débora Juliane Guerra Marques da Silva</i> | |
| <i>Graziela Ferreira Guarda</i> | |
| <i>Ione Ferrarini Goulart</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.5721907035 | |
| CAPÍTULO 6 | 62 |
| ESPAÇOS DO COMPUTAR: O HACKER E MAKER EM UMA PERSPECTIVA QUEER | |
| <i>Leander Cordeiro de Oliveira</i> | |
| <i>Marília Abrahão Amaral</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.5721907036 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 7 | 78 |
| MODELO DE SIMULAÇÃO PARA ESCALONAMENTO DE PROCESSOS NÃO PREEMPTIVOS | |
| <i>Jhonatan Thálisson Cabral Nery</i> | |
| <i>Franciny Medeiros Barreto</i> | |
| <i>Joslaine Cristina Jeske de Freitas</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.5721907037 | |
| CAPÍTULO 8 | 93 |
| MÓDULO WEB DE INFERÊNCIA COM FUZZY PROPOSTA DE UM MÉTODO DINÂMICO FACILITADOR DE INTERAÇÃO COM CLIENTE | |
| <i>Damianos Panagiote Sotirakis Oliveira</i> | |
| <i>Lucas J. P. do Nascimento</i> | |
| <i>Alexandre M. Melo</i> | |
| <i>Álvaro L. R. Leitão</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.5721907038 | |
| CAPÍTULO 9 | 108 |
| POWER CONSUMPTION USING INTERNAL SENSORS: AN ANALYSIS FOR DIFFERENT GPU MODELS | |
| <i>André Yokoyama</i> | |
| <i>Vinicius Prata Klôh</i> | |
| <i>Gabrieli Dutra Silva</i> | |
| <i>Mariza Ferro</i> | |
| <i>Bruno Schulze</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.5721907039 | |
| CAPÍTULO 10 | 122 |
| PROBLEMAS EM ABERTO NA COMPUTAÇÃO E NA MATEMÁTICA QUE VALEM PRÊMIOS | |
| <i>Suzana Lima de Campos Castro</i> | |
| <i>Ana Luisa Soubhia</i> | |
| <i>Ronaldo Barbosa</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.57219070310 | |
| CAPÍTULO 11 | 135 |
| UM ALGORITMO PARA ENCONTRAR UM POLÍTOPO MAXIMAL DE VÉRTICES EM Z^n INSCRITO EM UMA HIPERESFERA EM R^n | |
| <i>Yuri Tavares dos Passos</i> | |
| <i>Eleazar Gerardo Madriz Lozada</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.57219070311 | |
| CAPÍTULO 12 | 141 |
| UMA ABORDAGEM PARA ORQUESTRAÇÃO DO CONHECIMENTO COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO CURRICULAR EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO | |
| <i>Anderson Felinto Barbosa</i> | |
| <i>Ulrich Schiel</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.57219070312 | |

CAPÍTULO 13 157

UMA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA REDE DE SENSORES SEM FIOS EM RELAÇÃO AO POSICIONAMENTO DO NÓ SINK

César Alberto da Silva

Melissa Bonfim Alcantud

Andrea Padovan Jubileu

Linnyer Beatryz Ruiz Aylon

DOI 10.22533/at.ed.57219070313

SOBRE O ORGANIZADOR 162

UMA ABORDAGEM PARA ORQUESTRAÇÃO DO CONHECIMENTO COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO CURRICULAR EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Anderson Felinto Barbosa

Universidade Federal de Campina Grande
(UFCG)

Campina Grande – Paraíba

Ulrich Schiel

Universidade Federal de Campina Grande
(UFCG)

Campina Grande – Paraíba

RESUMO. Este artigo apresenta uma abordagem para Orquestração do Conhecimento Curricular em Ciência da Computação baseado nas matérias (Categorias de Conhecimento) do Currículo Referência para a Ciência da Computação e em estruturas curriculares de cursos de graduação. Para isso, de forma semiautomática, as disciplinas das estruturas curriculares são categorizadas em uma das Categorias de Conhecimento, com isso é possível mensurar a representatividade de cada Categoria e identificar as possíveis relações de dependências entre elas. Um estudo de caso foi realizado com 457 disciplinas, possibilitando identificar, no contexto dos 7 cursos de bacharelado em Ciência da Computação utilizados, a representatividade das Categorias de Conhecimento e, além disso, as relações de dependência entre elas.

ABSTRACT. This paper presents an approach for Orchestration of Curricular Knowledge

in Computer Science based on the subjects (Knowledge Categories) of the Reference Curriculum for Computer Science and curricular structures of undergraduate courses. For this, semiautomatically, the disciplines of the structures are categorized in one of the Categories of Knowledge, with this it is possible to measure the representativeness of each Category and to identify the possible relations of dependencies between them. A case study was carried out with 457 subjects, making it possible to identify, in the context of the 7 bachelor's courses in Computer Science, the representativeness of the Knowledge Categories and, in addition, the dependency relations between them.

1 | INTRODUÇÃO

Na literatura, o termo Design Instrucional (DI) está associado ao processo de planejamento de um conjunto de métodos, técnicas e atividades que serão entregues aos alunos durante o processo de aprendizagem (FILATRO, 2008). Com diferentes níveis de granularidade (Macro, Meso e Micro), o Design Instrucional pode ser utilizado em diferentes contextos inerentes ao processo de planejamento educacional (BARBOSA et al.,

2015).

O Design Instrucional na granularidade Meso, por exemplo, pode ser utilizado para estruturar cursos e, conseqüentemente, definir qual será o conjunto de disciplinas necessárias para a formação do perfil do aluno esperado pelas instituições de ensino, além dos objetivos que devem ser alcançados pelas disciplinas, seus conteúdos e as relações de dependências (pré-requisitos) entre elas.

Para algumas áreas de conhecimento são criados documentos para auxiliar o processo de definição das disciplinas, conteúdos e objetivos educacionais. Com isso, o processo de DI que utiliza esses documentos está alinhado aos parâmetros estabelecidos por comitês, sociedades e/ou outras entidades responsáveis ou que colaboram para a educação. No Brasil, a Ciência da Computação (CC) é uma área que possui um conjunto de documentos com esta finalidade, seja no contexto nacional, por meio dos documentos criados pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), ou internacional, criados pela *Association for Computing Machinery* (ACM).

O documento das recomendações curriculares para a Ciência da Computação descreve de forma clara e detalhada o conjunto de conteúdos necessários para a formação dos alunos. No contexto internacional, o *Computer Science Curricula 2013 - CS2013* (JOINT TASK FORCE ON COMPUTING CURRICULA E SOCIETY, 2013) destaca os conteúdos organizados em três diferentes granularidades, os objetivos e relações entre os conteúdos. No Brasil, a SBC disponibiliza o Currículo Referência para cursos de Ciência da Computação e Engenharia da Computação - CR05 (SBC, 2005) contendo um conjunto de matérias que podem ser abordados nos cursos de graduação do país. Contudo, as relações entre os diferentes conteúdos (matérias) não são destacadas, deixando tal definição a critério das Instituições de Ensino Superior (IES).

Diante disso, neste artigo, é apresentada uma abordagem para Orquestração do Conhecimento Curricular em Ciência da Computação com base no CR05 e em estruturas curriculares de cursos de bacharelado em CC. Para isso, de forma semiautomática e *bottom-up*, as disciplinas dos cursos de graduação das IES são categorizadas em uma das 57 Categorias de Conhecimento (matérias do CR05) utilizando-se de técnicas de categorização textual estatística com Redes Bayesianas, possibilitando a mensuração do Grau de Ocorrência da Categoria (*GOc*) e o Grau de Dependência entre Categorias (*GDep*), ambos variando entre 0 e 1.

Um estudo de caso foi realizado com finalidade de validar a abordagem proposta. Inicialmente, foi criado um conjunto de treinamento contendo os conteúdos descritos no CR05, nas diretrizes do Enade 2014 (INEP, 2014) e nas estruturas curriculares de 8 IES brasileiras de diversas regiões e com diferentes conceitos, juntamente com a Categoria de Conhecimento correspondente. Após isso, outras 7 estruturas curriculares, totalizando 457 disciplinas, foram submetidas à abordagem para identificação da categoria correspondente e aplicação das métricas *GOc* e *GDep*.

Os resultados mostraram que das 57 Categorias possíveis, 34 apresentaram

GOc com representatividade entre 0.5 e 1.0; 20 apresentaram valor maior que 0.1 e menor que 0.5; e 3 não pontuaram nesse quesito. Quando analisado o *GDep*, verificou-se a existência de algumas relações entre diferentes Categorias de Conhecimento, principalmente naquelas que possuem conteúdos abordados em disciplinas a partir do 2º período dos cursos analisados. Logo, com base nos resultados e identificação de ambas as métricas, é possível afirmar que a abordagem possibilita a Orquestração do Conhecimento Curricular em Ciência da Computação.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2, são apresentados os conceitos fundamentais para este trabalho; na seção 3, é descrita a abordagem proposta; na seção 4, são apresentados e discutidos os resultados; e, na seção 5, estão as considerações finais.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Inicialmente, o termo Orquestração pode remeter-se a uma orquestra musical na qual os integrantes precisam se combinar ou arranjar para alcançar um objetivo. Por sua vez, este termo já é utilizado em pesquisas aplicadas à educação, principalmente nas que objetivam orquestrar as atividades em Ambientes de Aprendizagem Online (OLIVEIRA et al., 2017) ou processos didáticos (DA SILVA E CAVALCANTE, 2016). Porém, neste trabalho, a Orquestração será empregada com a finalidade de organizar o Conhecimento Curricular, ou seja, como o conhecimento deverá entregue ao aluno durante a sua formação.

Diversas pesquisas objetivam modelar o Conhecimento Curricular que deve ser entregue aos alunos durante o processo de aprendizagem. Tal modelagem, comumente, é realizada em diferentes níveis de granularidade, a fim de maximizar seu uso em diferentes aplicações. Conforme descrito na seção anterior, algumas áreas de conhecimento apresentam documentos bem fundamentados que descrevem o conhecimento necessário para cada área. A organização do Conhecimento Curricular para a área da Ciência da Computação, pode ser auxiliada por um conjunto de documentos que descrevem o conhecimento necessário para a formação do aluno. O CS2013 (*JOINT TASK FORCE ON COMPUTING CURRICULA E SOCIETY*, 2013) descreve o conhecimento curricular da CC organizado em um Corpo de Conhecimento (do inglês *Body of Knowledge*) composto por: Áreas de Conhecimento, Unidades de Conhecimento e Tópicos. O CR05 (SBC, 2005), outro documento, descreve o conhecimento da CC organizada hierarquicamente em: 6 núcleos, 58 matérias, e um conjunto de tópicos associados às matérias.

4. Fundamentos da Computação (F)

- F1. Análise de Algoritmos
- F2. Algoritmos e Estrutura de Dados
- F3. Arquitetura e Organização de Computadores
- F4. Circuitos Digitais
- F5. Fundamentos de Sistemas
- F6. Linguagens de Programação
- F7. Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade
- F8. Organização de Arquivos e dados
- F9. Sistemas Operacionais
- F10. Teoria dos Grafos

F1. Análise de Algoritmos

Medidas de Complexidade, Análise Assintótica de Limites de Complexidade, Técnicas de Prova de Cotas Inferiores. Notação “Big O”, “Little o”, “Omega” e “Theta”. Medidas Empíricas de Performance. O Uso de Relações de Recorrência para Análise de Algoritmos Recursivos. Análise de Algoritmos Iterativos e Recursivos.

Figura 1. Fragmento do Currículo Referência da SBC

Na Figura 1, é apresentada a modelagem em diferentes granularidades, no qual o núcleo **Fundamentos da Computação** é composto por 10 Matérias. No exemplo, a matéria **F1 - Análise de Algoritmos** é detalhada em uma série de **tópicos** que podem auxiliar o processo de planejamento curricular das disciplinas de cursos de graduação ou pesquisas que objetivam identificar dependências entre diferentes níveis do conhecimento, conforme a pesquisa de (MARSHALL, 2014), que estruturou o conhecimento do CS2013 utilizando grafos e utilizou a estrutura criada para comparar os currículos de cursos em CC.

3 | ABORDAGEM PARA ORQUESTRAÇÃO DO CONHECIMENTO CURRICULAR

A abordagem proposta decorre do fato de que o CR05 não apresenta relações de pré-requisitos entre os diferentes conhecimentos. Porém, tais relações podem ser úteis para o processo de planejamento curricular dos cursos de graduação e/ou estruturação da CC em sistemas automatizados, uma vez que, comumente, os conhecimentos não estão isolados em cursos.

Diante disso, é proposta uma abordagem *bottom-up* para orquestrar o Conhecimento Curricular em Ciência da Computação a partir das Categoria de Conhecimento, denominada neste trabalho para referenciar as Matérias do CR05, e das relações de dependência existente entre as disciplinas dos cursos de graduação (BARBOSA, 2016), conforme a Figura 2.

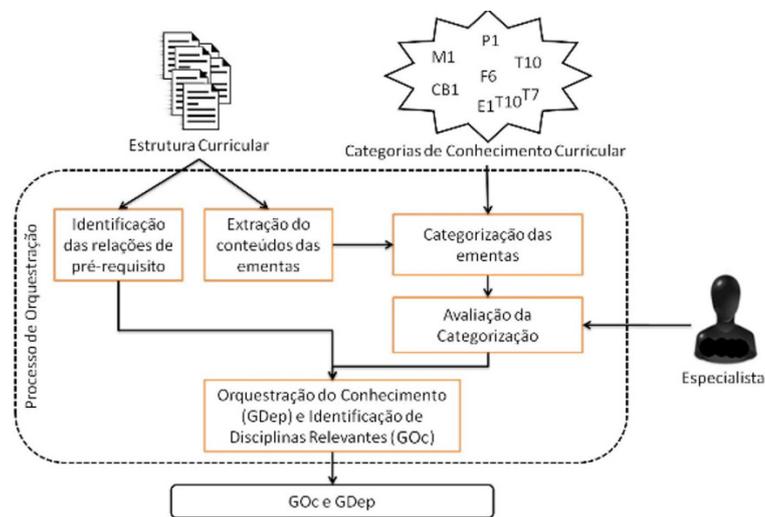


Figura 2. Arquitetura da Abordagem de Orquestração do Conhecimento

Partindo do pressuposto de que os cursos de bacharelado em CC do país baseiam-se na estruturação do conhecimento descrita no CR05, acredita-se que será possível mapear as disciplinas das IES para uma das 57 Categorias de Conhecimento. A partir disso, para cada curso analisado, deve ser realizada uma análise das diferentes Categorias identificadas para cada disciplina mapeada, e a Categoria da disciplina de pré-requisito da mesma, quando existir. Consequentemente, essa análise identificará a(s) relação(ões) de dependência(s) entre diferentes Categorias.

Como as Matérias do CR05 apresentam Conteúdos que podem ser estruturadas em mais de uma disciplina dos cursos de graduação, também foi proposto um processo de sumarização das Categorias, com a finalidade de agrupar as categorias semelhantes. Com isso, é mensurado o Grau de Ocorrência das Categorias (*GOc*) e do Grau de Dependência entre Categorias (*GDep*), fundamentais para a Orquestração. As subseções a seguir descrevem os principais conceitos e técnicas empregadas na abordagem.

3.1 Categorias de Conhecimento

As Categorias de Conhecimento $C = \{c_1, c_2, \dots, c_{57}\}$ utilizadas na abordagem correspondem às Matérias do CR05 (Figura 3). Das 58 possíveis, a Categoria P8 - Estágio foi desconsiderada por não apresentar Tópicos que pudessem ser detalhados em disciplinas dos cursos de graduação.

Outro documento utilizado na abordagem é a estrutura curricular dos cursos de graduação em CC das IES. Comumente, essas estruturas descrevem o conjunto de disciplinas do curso $D = \{d_1, d_2, \dots, d_{n-1}, d_n\}$, as ementas, conteúdos, relações de pré-requisitos $d_i \in D$.

3.2 Categorização de Textos

O processo de Categorização de Textos (CT) ou Classificação de Textos foi utilizado com a finalidade de classificar as disciplinas das estruturas curriculares $d_i \in D$ em apenas uma das Categoria de Conhecimento $c_i \in C$. Para isso, foi utilizado o método de Categorização de Textos estatístico baseado em Redes Bayesianas (FELDMAN E SANGER, 2007; WITTEN E FRANK, 2005) e a ferramenta WEKA.

| | | |
|---|--|--|
| Matemática (M) | Tecnologia da Computação (T) | Contexto Social e Profissional (P) |
| M1. Álgebra Linear | T1. Análise de Desempenho | P1. Administração |
| M2. Análise Combinatória | T2. Bancos de Dados | P2. Computadores e Sociedade |
| M3. Cálculo Diferencial e Integral | T3. Circuitos Integrados | P3. Comunicação e Expressão |
| M4. Equações Diferenciais | T4. Compiladores | P4. Contabilidade e Custos |
| M5. Geometria Analítica | T5. Computação Gráfica | P5. Direito e Legislação |
| M6. Lógica Matemática | T6. Automação e Controle | P6. Economia |
| M7. Matemática Discreta | T7. Engenharia de Software | P7. Empreendedorismo |
| M8. Probabilidade e Estatística | T8. Inteligência Artificial | P9. Filosofia |
| M9. Variáveis Complexas | T9. Interação Humano- Computador | P10. Informática na Educação |
| Ciências Básicas (CB) | T10. Matemática Computacional | P11. Inglês |
| CB1. Física | T11. Métodos Formais | P12. Métodos Quantitativos Aplicados à Administração de Empresas |
| Eletrônica (E) | T12. Modelagem e Simulação | P13. Sociologia |
| E1. Circuitos Eletrônicos | T13. Processamento Digital de Sinais | P14. Psicologia |
| Fundamentos da Computação (F) | T14. Processamento de Imagens | |
| F1. Análise de Algoritmos | T15. Programação Paralela | |
| F2. Algoritmos e Estrutura de Dados | T16. Redes de Computadores | |
| F3. Arquitetura e Organização de Computadores | T17. Segurança e Auditoria de Sistemas | |
| F4. Circuitos Digitais | T18. Sistemas Digitais | |
| F5. Fundamentos de Sistemas | T19. Sistemas Distribuídos | |
| F6. Linguagens de Programação | T20. Sistemas Embarcados | |
| F7. Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade | T21. Sistemas Multimídia | |
| F8. Organização de Arquivos e dados | T22. Tolerância a Falhas | |
| F9. Sistemas Operacionais | T23. Telecomunicações | |
| F10. Teoria dos Grafos | | |

Figura 3. Categorias de Conhecimento

A CT utiliza os conteúdos/tópicos descritos nas ementas das disciplinas para classificá-la automaticamente em uma Categoria do Conhecimento $D \times C$. Para isso, deve ser criado um conjunto de treinamento contendo o máximo de dados textuais possíveis para cada Categoria. A abordagem propõe a criação do conjunto a partir dos dados apresentados no Corpo do Conhecimento do CR05, dos conteúdos descritos nas diretrizes do Enade, e das ementas de disciplinas dos cursos de graduação que apresentaram nota máxima no exame do Enade. Devido à utilização do software de Mineração de Dados WEKA, optou-se por criar um único arquivo com extensão *.arff* contendo os dados extraídos de todos os documentos. O arquivo criado não possui um tamanho máximo, porém, o layout do arquivo (Figura 4) e composto por um atributo do tipo string que deve conter conteúdos abordados na Categoria (atributo @document ementa) e outro para o rótulo da Categoria de Conhecimento (atributo @disc sbc) que deve ser marcado manualmente.

Outro documento utilizado na abordagem é a estrutura curricular dos cursos de graduação em CC das IES. Comumente, essas estruturas descrevem o conjunto de disciplinas do curso $D = \{d_1, d_2, \dots, d_{n-1}, d_n\}$, as ementas, conteúdos, relações de pré-requisitos $d_i \in D$.

3.3 Categorização de Textos

O processo de Categorização de Textos (CT) ou Classificação de Textos foi utilizado com a finalidade de classificar as disciplinas das estruturas curriculares em apenas uma das Categoria de Conhecimento . Para isso, foi utilizado o método de Categorização de Textos estatístico baseado em Redes Bayesianas (FELDMAN E SANGER, 2007; WITTEN E FRANK, 2005) e a ferramenta WEKA.

A CT utiliza os conteúdos/tópicos descritos nas ementas das disciplinas para classificá-la automaticamente em uma Categoria do Conhecimento . Para isso, deve ser criado um conjunto de treinamento contendo o máximo de dados textuais possíveis para cada Categoria. A abordagem propõe a criação do conjunto a partir dos dados apresentados no Corpo do Conhecimento do CR05, dos conteúdos descritos nas diretrizes do Enade, e das ementas de disciplinas dos cursos de graduação que apresentaram nota máxima no exame do Enade. Devido à utilização do software de Mineração de Dados WEKA, optou-se por criar um único arquivo com extensão `.arff` contendo os dados extraídos de todos os documentos. O arquivo criado não possui um tamanho máximo, porém, o layout do arquivo (Figura 4) e composto por um atributo do tipo string que deve os conter conteúdos abordados na Categoria (atributo `@document` ementa) e outro para o rótulo da Categoria de Conhecimento (atributo `@disc_sbc`) que deve ser marcado manualmente.

Após a criação do conjunto treinamento, devem ser criados os documentos que serão categorizados. Cada disciplina das Estruturas Curriculares dos cursos teve seu conteúdo organizado em um arquivo no formato `.arff` com layout semelhante ao apresentado na Figura 4, porém, neste caso, o atributo `@disc_sbc` deve conter uma “?” (interrogação), pois o mesmo será submetido ao processo de CT que irá mensurar o valor desse atributo, ou seja, a Categoria de Conhecimento. Devido ao uso da técnica de Redes Bayesianas, o resultado da CT indicará a distribuição de probabilidade da disciplina (termos dos conteúdos) pertencer às Categorias de Conhecimento $D \times C$ variando entre 0 (zero) e 1 (um).

```
1 @relation Modelo_ARFF
2
3 @attribute document_ementa string
4 @attribute disc_sbc{algebraLinear, analiseComb,
5
6 @data
7
8 "limite e continuidade, derivada, integral inde:
9 "vetores no plano e no espaco; retas no plano e
10 "algebra booleana e portas logicas; simplificac:
11 "introducao e conceitos; logida da programacao;
12 "estruturas lineares e encadeadas: listas,matri:
13 "sistemas de equacoes lineares; espacos vetoria:
14 "componentes de computadores; numeros, artmetica:
15 "logica, tecnicas de demonstracao e validacao de
```

Figura 4. Formato do arquivo `.arff` utilizado na CT

Devido à natureza da técnica empregada, uma disciplina $d_i \in D$ pode ter seu conteúdo categorizado em mais de um $c_i \in C$. Diante disso, todo o resultado da CT ($D \times C$) deve ser submetido a um processo de validação que consiste em:

1. Se $D \times C = 1 \rightarrow$ Aceitar a Categoria de Conhecimento resultante;
2. Se $0 < D \times C < 1 \rightarrow$ Deve-se analisar o nome da disciplina e conteúdo com a finalidade de:
 - a. Aceitar o resultado da CT;
 - b. Recusar o resultado e recategorizar manualmente em outra;
 - c. Recusar o resultado e recategorizar como categoria excedente, ou seja, não apresenta correspondente válido;
3. Se $D \times C = 0 \rightarrow$ Não aceitar a Categoria de Conhecimento.

Devido a não padronização dos documentos utilizados, a extração dos textos utilizados no conjunto treinamento ou das disciplinas que serão categorizadas ocorreu de forma manual. Ressalta-se que, após a extração e criação dos arquivos .arff, estes passaram por uma etapa de pré-processamento com a finalidade de remover caracteres especiais, além da redução dos documentos com a criação de *tokens*, definição da frequência mínima dos termos e remoção das *stopwords* em português.

3.4 Orquestração do Conhecimento Curricular

O processo de Orquestração do Conhecimento consiste em um conjunto de ações com a finalidade de mensurar o Grau de Ocorrência das Categorias (*GOc*) e o Grau de Dependência entre Categorias (*GDep*) identificadas após o processo de categorização.

3.4.1 Grau de Ocorrências das Categorias de Conhecimento (*GOc*)

O resultado da CT pode mostrar diversas disciplinas $d_i \in D$ categorizadas em uma mesma $c_i \in C$ ou apresentar Categorias que não foram abordadas em uma estrutura curricular D , o que resulta em uma representação variável das Categorias de Conhecimento nas estruturas curriculares. Diante disso e objetivando identificar a relevância de determinada $c_i \in C$ nas diferentes estruturas de cursos $D = \{D_1, D_2, \dots, D_n\}$ utilizadas na abordagem, é proposto o Grau de Ocorrência das Categorias (*GOc*).

$$GOc(c_i) = \frac{\sum_{k=1}^n (goc(k, c_i))}{n} \quad (1)$$

O cálculo do *GOc* (Equação 1) baseia-se na representatividade booleana da Categoria de Conhecimento na estrutura analisada. Portanto, quando houver representatividade da Categoria na estrutura do curso, o valor será 1 (um), caso contrário, o valor será 0 (zero). Após o processamento de todas as estruturas, é calculada para cada $c_i \in C$ a média aritmética da quantidade de Categorias identificadas. Para isso, utiliza-se a quantidade n de estruturas curriculares analisadas e a função $goc(k, c_i)$

que verifica o valor de cada $c_i \in C$ representada na estrutura analisada. Devido à natureza da fórmula, o resultado será um $0 < GOc < 1$.

3.4.2 Grau de Dependências entre Categorias (GDep)

As relações de dependências entre as Categorias de Conhecimento são identificadas a partir da análise das relações dos pré-requisitos entre as disciplinas submetidas ao processo de CT. Devido à natureza da categorização, vários registros $d_i \in D$ podem ser categorizados em uma única categoria $c_i \in C$. Logo, poderão existir registros $d_i \in D$ que apresentem relações de pré-requisito com disciplinas categorizadas na mesma Categoria de Conhecimento. Para esta situação, foi criado um algoritmo para sintetizar e identificar os relacionamentos entre as Categorias identificadas na coleção de documentos, considerando as seguintes situações:

1. Se a disciplina categorizada apresentar relação de pré-requisito com outra disciplina de mesma categoria. Então, a relação entre as categorias será anulada (Figura 5).

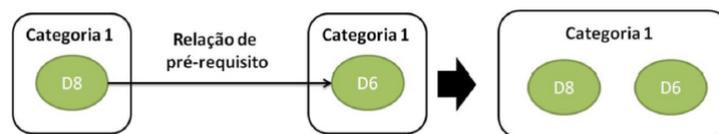


Figura 5. Exemplo de Dependência Nula

2. Se a disciplina apresenta como pré-requisito uma disciplina de Categoria diferente a dela. Então, existirá uma relação correspondente entre as duas Categorias (Figura 6).



Figura 6. Exemplo de Dependência Válida

3. Se houver mais de um pré-requisito para d_j categorizada em c_j . Então, a dependência de c_j será a união de todas as Categorias de Conhecimento identificadas por meio das relações de dependência válida, conforme é apresentado na Figura 7.

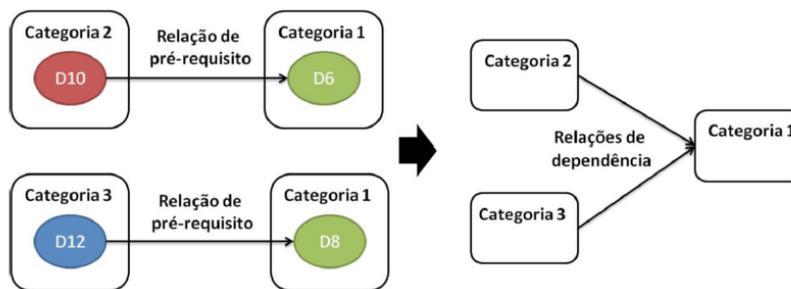


Figura 7. Agrupamento de dependências válidas de categorias diferentes

Após o processo de sintetização e identificação das relações de dependências válidas, é calculado o Grau de Dependência entre Categorias (*GDep*) com a finalidade de quantificar a intensidade da relação de dependência entre diferentes Categorias do Conhecimento.

Inicialmente, para cada estrutura *D* analisada, cria-se uma matriz $N_{57 \times 57}$ em que $N_{i,j}$ apresenta valor 0 ou 1, indicando, respectivamente, a ausência ou presença da relação de dependência entre as Categorias representadas pela linha e coluna da matriz.

As matrizes individuais *N* são utilizadas no cálculo do *GDep* das Categorias de Conhecimento. Representado por uma matriz quadrada $N_{57 \times 57}$ e com estrutura semelhante à matriz *N*, o resultado do *GDep* mostra o elemento $M_{i,j}$, com *i* e *j* variando até 57, apresentando valor $0 \leq GDep(i, j) \leq 1$. Este valor é calculado na média aritmética da função $gd(k, N_{i,j})$ que retorna o grau de relevância do elemento $N_{i,j}$, ou seja, o grau do relacionamento entre as categorias C_i e C_j , da *k*-ésima estrutura analisada, conforme a Equação 2.

$$GDep(i, j) = \frac{\sum_{k=1}^n (gd(k, N_{i,j}))}{n} \quad (2)$$

Ressalta-se que o uso de ambas as métricas foram necessárias, pois, se fosse considerada apenas uma delas, haveria perda de informações que poderiam ser úteis para comunidade. Por exemplo, se apenas o *GOc* fosse mensurado, não seria possível a identificação e mensuração das relações entre as Categorias do Conhecimento. Por outro lado, se apenas o *GDep* fosse mensurado, seriam perdidas informações sobre a relevância das Categorias de Conhecimento nas estruturas da curriculares, pois, provavelmente algumas não seriam identificadas por não se relacionar com outras.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito na Seção 3, a abordagem proposta mescla atividades manuais

e automatizadas baseadas em um conjunto de documentos, ferramentas e análises. De forma geral, a condução do estudo de caso baseou-se na seleção das estruturas curriculares; na execução do processo de orquestração; e na verificação do uso das métricas identificadas no processo de planejamento e avaliação das estruturas curriculares.

Diante disso, a seleção de estruturas curriculares utilizadas na criação do conjunto de treinamento e no processo de CT para a Orquestração baseou-se no conceito Enade 2014 dos cursos de graduação das IES. As estruturas selecionadas para o processo de Orquestração basearam-se na ordem decrescente das IES que obtiveram nota do conhecimento específico (CE) do Enade 2014 superior a 50.0 pontos e que apresentavam suas estruturas curriculares disponíveis na web (Tabela 1). Para o conjunto treinamento, foram selecionadas 8 IES de diferentes regiões do país que apresentaram CE superior a 50,0 pontos e suas estruturas disponíveis na web (Tabela 2). Tal escolha deu-se por achar necessário abordar não apenas IES com nota máxima, além de diversificar o padrão de escrita dos documentos.

| Identificador do Curso | Nota Bruta - CE | Conceito ENADE |
|------------------------|-----------------|----------------|
| Curso 1 | 61,4 | 5 |
| Curso 2 | 60,2 | 5 |
| Curso 3 | 60,0 | 5 |
| Curso 4 | 55,8 | 5 |
| Curso 5 | 59,9 | 5 |
| Curso 6 | 55,5 | 4 |
| Curso 7 | 58,2 | 5 |

Tabela 1. Distribuição conceito ENADE dos cursos utilizados na Orquestração do Conhecimento

| Identificador do Curso | Região | Conceito ENADE |
|------------------------|--------------|----------------|
| Curso 1 | Sul | 5 |
| Curso 2 | Sudeste | 5 |
| Curso 3 | Norte | 5 |
| Curso 4 | Nordeste | 4 |
| Curso 5 | Centro-oeste | 3 |
| Curso 6 | Sudeste | 3 |
| Curso 7 | Nordeste | 3 |
| Curso 8 | Norte | 2 |

Tabela 2. Distribuição conceito ENADE dos cursos utilizados no conjunto treinamento

Após a seleção, as estruturas foram analisadas para a extração dos textos e criação dos arquivos .arff (Figura 4) do conjunto de treinamento. Todo esse processo ocorreu manualmente devido a não padronização dos documentos das diferentes IES, e os dados extraídos foram estruturados em um único arquivo com 519 registros rotulados com as diferentes Categorias de Conhecimento, com distribuição conforme a Figura 8. Por outro lado, os arquivos utilizados no processo de Orquestração foram organizados em sete arquivos .arff (um para cada estrutura de IES analisada), com

tamanhos variáveis, sem o rótulo da possível Categoria de Conhecimento, distribuídos conforme a Figura 9.

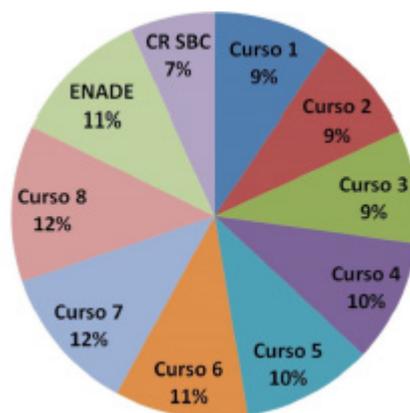


Figura 8. Distribuição dos documentos utilizados no conjunto treinamento

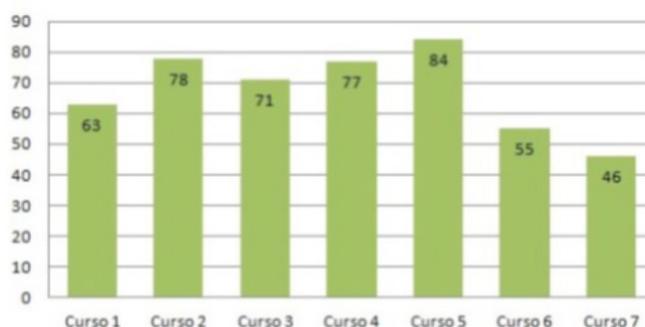


Figura 9. Distribuição da quantidade de disciplinas dos cursos utilizados no processo de orquestração

A distribuição das disciplinas por curso mostra 457 disciplinas que devem ser categorizadas em uma Categoria de Conhecimento. O uso da Mineração de Textos possibilitou a automatização desse processo. Na Tabela 3, é apresentado o resultado do processo de categorização indicando a quantidade de registros categorizados que foram aceitos ou que precisaram de recategorização (Tabela 4), conforme o algoritmo descrito na Seção 3.

Com as disciplinas das estruturas categorizadas, foram mensurados o *GOc* e o *GDep* das Categorias de Conhecimento fundamentais para a Orquestração do Conhecimento Curricular. Ambas as métricas devem considerar todas as 57 categorias propostas, porém, conforme destacado anteriormente, as estruturas podem não abordar algumas categorias. Nesse contexto, ressalta-se que, quão mais próximo de 1 (um) for o resultado do *GOc* e o *GDep*, respectivamente, isso indica que a Categoria apresenta um alto grau de representatividade nas estruturas analisadas, e que a relação dela com outras também se apresenta como representativa.

| Curso | Quant. Disc. | Disc. Categ. em 1 | Disc. submetidas à análise |
|-------|--------------|-------------------|----------------------------|
| 1 | 63 | 47 | 16 |
| 2 | 71 | 55 | 16 |
| 3 | 78 | 42 | 36 |
| 4 | 77 | 48 | 29 |
| 5 | 84 | 45 | 39 |
| 6 | 55 | 39 | 16 |
| 7 | 46 | 32 | 14 |

Tabela 3. Resultado do Processo de Categorização

| Curso | Quant. Disciplinas. | Disciplinas Aceitas | Disciplinas Recate- gorizadas | Disciplinas Excedentes |
|-------|---------------------|---------------------|----------------------------------|------------------------|
| 1 | 16 | 8 | 6 | 2 |
| 2 | 16 | 7 | 8 | 1 |
| 3 | 36 | 20 | 11 | 5 |
| 4 | 29 | 13 | 10 | 6 |
| 5 | 39 | 17 | 15 | 7 |
| 6 | 16 | 7 | 4 | 5 |
| 7 | 14 | 9 | 3 | 2 |

Tabela 4. Resultado da categorização dos registros que necessitaram de análises

Na Figura 10, é apresentado o resultado do Grau de Ocorrência da Categoria de Conhecimento do Núcleo Fundamentos da Computação. Nesse exemplo, é possível verificar diferentes GOC variando entre 0.5 e 1.0, destacando-se como representativa no estudo realizado, até os menos representativos que variam entre 0 e 0.49.

Das 57 Categorias de Conhecimento utilizadas na abordagem, o *GDep* identificou que apenas 45 apresentam relações de pré-requisitos com outras 32. Ressalta-se que uma Categoria de Conhecimento pode relacionar-se com outras 56 Categorias, pois uma autorrelação é considerada nula, conforme descrito no processo de sintetização (Figura 5).

| Categoria de Conhecimento | Obrigatoria | Optativa | Geral | GOC obrigatório | GOC Optativa | GOC |
|---|-------------|----------|-------|-----------------|--------------|------|
| F1. Análise de Algoritmos | 5 | | 5 | 0,71 | 0,00 | 0,71 |
| F2. Algoritmos e Estrutura de Dados | 6 | | 6 | 0,86 | 0,00 | 0,86 |
| F3. Arquitetura e Organização de Computadores | 7 | | 7 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| F4. Circuitos Digitais | 6 | 1 | 7 | 0,86 | 0,14 | 1,00 |
| F5. Fundamentos de Sistemas | 1 | 3 | 4 | 0,14 | 0,43 | 0,57 |
| F6. Linguagens de Programação | 7 | | 7 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| F7. Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade | 7 | | 7 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| F8. Organização de Arquivos e dados | 1 | | 1 | 0,14 | 0,00 | 0,14 |
| F9. Sistemas Operacionais | 7 | | 7 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| F10. Teoria dos Grafos | 5 | 1 | 6 | 0,71 | 0,14 | 0,86 |

Figura 10. GOC o Núcleo Fundamentos da Computação

O resultado do *GDep* é apresentado em uma Matriz com dimensão , na qual as linhas e colunas referem-se às Categorias de Conhecimento. Diante disso, optou-se por apresentar o resultado *DGep* de Categorias pertencentes ao mesmo Núcleo de

Conhecimento. Na Figura 11, é apresentado o *GDep* calculado entre as Categorias do núcleo de conhecimento Matemática, sendo possível identificar relações de pré-requisito entre as Categorias, tendo como mais representativa a relação entre *M3* – Cálculo Diferencial e Integral e *M8* – *Probabilidade e Estatística*, mensurada em 0.86, ou seja, essa mesma relação foi identificada em diferentes estruturas curriculares analisadas. Por outro lado, na Figura 12, apresenta-se uma relação *GDep* representativa que envolve os núcleos Fundamentos da Computação e Matemática, conforme é verificado na relação entre *F7* – *Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade* e *M7* - *Matemática Discreta*, mensurada em 0.57.

| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| M1. Álgebra Linear | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| M2. Análise Combinatória | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| M3. Cálculo Diferencial e Integral | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| M4. Equações Diferenciais | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| M5. Geometria Analítica | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| M6. Lógica Matemática | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 |
| M7. Matemática Discreta | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| M8. Probabilidade e Estatística | 0,00 | 0,00 | 0,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| M9. Variáveis Complexas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Figura 11. *GDep* entre categorias do Núcleo da Matemática

| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| F1. Análise de Algoritmos | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,14 | 0,14 | 0,00 |
| F2. Algoritmos e Estrutura de Dados | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 |
| F3. Arquitetura e Organização de Computadores | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| F4. Circuitos Digitais | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| F5. Fundamentos de Sistemas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| F6. Linguagens de Programação | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| F7. Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,43 | 0,57 | 0,00 | 0,00 |
| F8. Organização de Arquivos e dados | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| F9. Sistemas Operacionais | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 |
| F10. Teoria dos Grafos | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |

Figura 12. *GDep* entre categorias dos Núcleos “Fundamentos da Computação” e “Matemática”

Os resultados apresentados com a mensuração do *GOc* e *GDep* comprovam que o conhecimento curricular em Ciência da Computação pode ser orquestrado a partir da abordagem proposta. Os resultados podem auxiliar o processo de planejamento curricular, uma vez que, dentre as Categorias de Conhecimento estabelecidas, foram identificadas aquelas que apresentam maior representatividade e, além disso, foram identificadas relações entre elas. Por fim, acredita-se que a orquestração do conhecimento também pode contribuir para pesquisas que necessitem de uma organização curricular com base nas matérias do CR05, como também em análises

que verifiquem a conformidade da estrutura curricular dos cursos com o CR05.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da mensuração das métricas *GOc* e *GDep*, alcançadas por meio da abordagem para Orquestração do Conhecimento proposta, foi constatado o que foi pressuposto no início do estudo: (i) as disciplinas das grades curriculares dos cursos de CC do país baseiam-se no conhecimento descrito no CR05, e (ii) é possível Orquestrar o Conhecimento Curricular com base nos pré-requisitos das disciplinas analisadas.

Com valores variando entre 0 e 1.0, para o Grau da Ocorrência da Categoria (*GOc*) e o Grau de Dependência entre Categorias (*GDep*), foi possível mensurar quão representativa é cada Categoria de Conhecimento, e como se dá a relação dela com as demais, observando o contexto de pré-requisito. Ressalta-se que, quando mensurada a representatividade das categorias, verificou-se que mais de 50%, das 57 Categorias possíveis, apresentaram-se com representatividade acima de 0.5. Por outro lado, no contexto do estudo realizado, constatou-se que, do mesmo total de Categoria possíveis, 47 delas se relacionaram com outras 32.

Os números destacados no parágrafo anterior e detalhados nos resultados mostram que, para o contexto analisado, a abordagem conseguiu responder aos questionamentos realizados e, além disso, agrega valor ao conhecimento descrito no CR05, uma vez que possibilitou a Orquestração do Conhecimento Curricular (na granularidade Matéria), podendo ser útil para o planejamento e avaliação da conformidade de um curso com o “padrão” identificado.

Contudo, ressalta-se que limitações de automatização do processo foram identificadas, porém, não inviabilizaram o objetivo final do trabalho. Ressalta-se ainda que o uso da abordagem não se restringe apenas em identificar um padrão que possa ser útil para sequenciar disciplinas de um curso de graduação em CC, ou avaliar a disposição das disciplinas no curso, mas, também, acredita-se que o resultado seja de grande valia para a comunidade que estuda o ensino em computação ou que necessita estruturar o conhecimento em outras área do conhecimento.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A., NUNES, I., MENEZES, D., SCHIEL, U. (2015). O design instrucional e seu uso como arquitetura pedagógica: Uma análise das publicações em informática na educação no Brasil. In **Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)**. Maceió, Alagoas.

BARBOSA, A. F. **Uma abordagem para orquestração do conhecimento com suporte ao planejamento e avaliação curricular em ciência da computação**. 2016. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

DA SILVA, P. A. CAVALCANTE, P. S. (2016). Orquestrando processos didáticos com design thinking. **In Anais dos Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)**. Uberlândia, Minas Gerais.

FELDMAN, R. SANGER, J. (2007). **Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data**. Cambridge University Press, New York, NY, USA.

FILATRO, A. (2008). **Design Instrucional na Prática**. Pearson Education do Brasil, 1ª edição.

INEP (2014). **Portaria INEP nº 238**, de 02 de junho de 2014. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educa%C3%A7%C3%A3o_superior/enade/legislacao/2014/diretrizes_cursos_diplomas_bacharel/diretrizes_bacharel_computacao.pdf. Acessado: 31 mar. 2018.

JOINT TASK FORCE ON COMPUTING CURRICULA, A. f. C. M. A. Society, I. C. (2013). **Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science**. ACM, New York, NY, USA. 999133.

MARSHALL, L.. **A graph-based framework for comparing curricula**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), 2014. 255f, University of Pretoria. Disponível em: <https://repository.up.ac.za/handle/2263/37060>. Acessado em 30 mar. 2018.

OLIVEIRA, I. V. P. D., GOMES, A. S., BRITO, J. A., FILHO, I. J. M. (2017). Learning orchestration in distributed learning environments scenarios. In 2017 **12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**, pages 1–4.

SBC (2005). **Currículo de referência da SBC para cursos de graduação em bacharelado em ciência da computação e engenharia de computação**. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-dereferencia/760-curriculo-de-referencia-cc-ec-versao2005/>. Acessado: 31 mar. 2018.

WITTEN, I. H. FRANK, E. (2005). **Data mining: practical machine learning tools and techniques**. Elsevier, San Francisco, CA.

SOBRE O ORGANIZADOR

Ernane Rosa Martins - Doutorado em andamento em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa, em Porto/Portugal. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela PUC-Goiás, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação pela Anhanguera, Graduação em Ciência da Computação pela Anhanguera e Graduação em Sistemas de Informação pela Uni Evangélica. Atualmente é Professor de Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia), ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE).

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-157-2

